

El código fuente de cada maldita cosa. Programar, explicar, fabricar, desnudar y digitalizar

The source code of each crappy thing. Programming, explaining, making, stripping, and digitizing

Tomás Saorín

Saorín, Tomás (2016). "El código fuente de cada maldita cosa. Programar, explicar, fabricar, desnudar y digitalizar". *Anuario ThinkEPI*, v. 10, pp. 284-290.

<http://dx.doi.org/10.3145/thinkepi.2016.62>

Publicado en *IweTel* el 11 de febrero de 2016



Resumen: El texto reflexiona sobre el concepto de código fuente, aplicándolo en otros campos diferentes al de la programación informática, poniéndolo en relación con la comunicación científica, el activismo en red y las acciones micropolíticas. También reflexiona sobre la utilidad del aprendizaje de los aspectos esenciales de programación como lenguaje universal y sobre la digitalización de objetos, edificios y conjuntos históricos en 3D en el ámbito de las bibliotecas digitales de patrimonio cultural.

Palabras clave: Código fuente; Programar; Videotutoriales; Tecnologías sociales; Movimiento *maker*; Objetos 3D.

Abstract: This article reflects on the concept of source code as it is applied to areas other than computer programming, and relates it to scientific communication, network activism, and micropolitical actions. The usefulness of learning the essential aspects of programming as a universal language and digitizing of objects, buildings, and historical sites in 3D, by digital libraries of cultural heritage, are discussed.

Keywords: Source code; Computer programming; Videotutorials; Social technologies; Maker movement; 3D objects.

Introducción

El mundo real, lleno de objetos –pijamas, pájaros, piedras– está ahí a nuestro alcance para cogerlo, en acceso abierto. Podemos, quién lo duda, coger una piedra. Pero lo que transforma radicalmente esas piedras para nosotros es el conocimiento que tenemos sobre ellas, la capacidad de comprender cómo funcionan, de qué están hechas, a qué temperatura se funden o cómo se combinan con otras. El código fuente. Y las cosas que permiten transformar otras cosas, la tecnología, es lo más humano que hay: materia, conocimiento, tecnología y personas. Ya tenemos las piezas para inventar civilizaciones y no quedarnos quietos en miles de años.

El código fuente parece cosa exclusiva de informáticos, pero a poco que lo miremos sin prejuicios, resulta que está por todas partes y en cada cosa. Dejemos a un lado la internet de las cosas,

una corriente profunda que algún día emergerá como un salvaje tsunami para conectar masivamente las redes, el movimiento y uso de objetos reales, llenando de sensores las ciudades, llevándolas hacia una especie de colmena saturada de *big-big data* que interpreta el zumbido de cada movimiento, y que oiremos llamar inteligentes u omnímodas.

Sigamos con las cosas que existen digitalmente, con todo aquello cuya existencia esencial es digital. Todo el universo simbólico del hombre tiende a fluir hacia alguna forma más o menos completa de existencia digital: textos, imágenes, palabras, narraciones, conversaciones, transacciones, coordenadas, datos, medidas, ratios, interacciones, vínculos, significados, ecuaciones, algoritmos.

La información, que desde los primeros signos ha hecho posible, con el lenguaje, la realidad



Figura 1. Fichero “código fuente”. Autor: Christiaan Colen, 2015.

<https://www.flickr.com/photos/132889348@N07/20013034943>

aumentada, al nombrarla y asignarle significados, pasado o contexto, ocupa tanto espacio, está tan conectada al ritmo en que camina la civilización, que ya es incuestionablemente una nueva materia.

La información digital es tan real como lo son las fuerzas físicas que mantienen al átomo y provocan reacciones químicas, o como lo son los fenómenos atmosféricos, complicados e inquietos, de comprensión más compleja, pero igual de reales macroscópicamente. Y por muy complicado que parezca un sistema, existen mecanismos para apresarlos en formulación informático-matemática, y procesarlos para obtener resultados solventes. Si la revolución científica permitió que gran parte del conocimiento se cuantificase en expresiones matemáticas y por lo tanto “salvaguardado en ciencia” (Nowak; Highfield, 2012), la revolución digital añade una nueva forma de preservación, al darle forma de ficheros y programas de ordenador, al “salvaguardar en código”.

¿Qué tienen de especial las cosas digitales? Que tienen un código fuente que también es digital y, por lo tanto, procesable y susceptible de interactuar con el resto de componentes del ecosistema digital. El código fuente, la estructura molecular de los objetos digitales simples y complejos, podemos verlo como el conocimiento científico y pensar entonces en la relación conflictiva entre conocimiento y poder, ciencia y tecnología, investigación y mercado, propiedad privada o compartida. El campo científico tiene como peculiaridad estar dominado por la lógica de compartir y documentar. El conocimiento ha de explicarse y codificarse. Se tienen que poder reproducir los resultados experimentales, para lo cual ayuda publicar conjuntamente con los resultados todos los datos usados para que sean sometidos a prueba por la comunidad científica. Las controversias han de ser públicas para seguir alimentando un ciclo continuo de lucha por un

conocimiento más completo. El movimiento para impulsar la publicación de conjuntos de datos junto a los trabajos de investigación incluye también la atención al código usado para procesarlos, a las fórmulas en hojas de cálculo, a los algoritmos que extraen resultados de los datos científicos, y por lo tanto a una atención al código fuente en su sentido informático convencional, y no sólo a la expresión matemática en fórmulas elegantes. La ciencia tiene su propio estilo de código fuente.

La ciencia, abierta por naturaleza, entronca con la ciencia ciudadana a través de la expansión masiva del acceso a las redes de comunicación para publicar y acceder a información. Colectivos que actúan conforme a las pautas de la ciencia abierta, generando conocimiento codificado, documentado y compartible (Lafuente; Alonso; Rodríguez, 2013). El *ethos* científico es reconocible claramente en la ética hacker y está produciendo como resultado nuevas formas sorprendentes de construir una base de datos distribuida de conocimiento, que no es sólo conocimiento en sentido clásico, sino en sentido práctico, puesto que surge de una pluralidad de agentes, y no únicamente del *establishment* tecnocrático de las élites científicas, empresariales y culturales. Y, por lo tanto, conlleva elementos de lucha social, influencia y transformación (Himanen, 2004). La democracia tiene un código fuente con un sabor propio.

“Lo que transforma radicalmente los objetos para nosotros es el conocimiento que tenemos sobre ellos”

El código fuente como bricolaje desatado

Solemos pensar en *Wikipedia* como un ejemplo clásico de la nueva forma de abrir el conocimiento, pero hemos de caer en la cuenta de que se corresponde con un enfoque convencional sobre a qué conocimiento prestarle atención: artículos que explican los conceptos o hechos básicos de nuestra cultura.

Una enciclopedia, una guía del autoestopista galáctico, un esquema, eso sí, hecho mediante una técnica innovadora –la colaboración masiva– y aplicando esos procedimientos que estamos llamando “código fuente”: citas precisas, historial minucioso de cambios de edición, negociación abierta de los contenidos y uso de medios libres. Pero es un enfoque limitado, estático. Los artículos no tienen un fin aplicado, sirven para ponerse en situación, no para actuar. En el curioso libro de **Lewis Dartnell**, *Abrir en caso de apocalipsis*, nos previene de que:

Register for free at <https://www.scipedia.com> to download the version without the watermark

“a *Wikipedia* en su totalidad, reemplazando sus hiperenlaces por referencias cruzadas a números de página, seguiría faltándole mucho para tener un manual que permitiera a una comunidad reconstruir la civilización desde cero. La *Wikipedia* nunca se concibió para un propósito similar, y carece de los detalles prácticos o de la organización necesarios para guiar la progresión de la ciencia y la tecnología rudimentarias a sus aplicaciones más avanzadas” (Dartnell, 2015).

El libro de Dartnell se plantea el reto de ser un manual para volver a levantar una sociedad tecnológica tras una catástrofe global. Tras enumerar y explicar numerosas técnicas aplicadas, concluye con que en realidad el mejor modo de llevar a cabo su atrevido juego mental es:

“no es crear un registro exhaustivo de todo el conocimiento, sino proporcionarles una guía de lo esencial, adaptado a sus probables circunstancias, además de un plan de las técnicas necesarias para redescubrir el saber crucial por sí mismos: la potente maquinaria de generación de conocimiento que es el método científico. La clave para preservar la civilización consiste en proporcionar una semilla condensada que se abra fácilmente para producir el árbol expansivo íntegro del conocimiento, antes que tratar de documentar el propio y colosal árbol”.

Bueno, pues si acordamos que cada momento es bueno para el apocalipsis, y que parece más entretenido vivir como si tuviéramos que luchar en cada momento por nuestros derechos, nuestros acuerdos y nuestra percepción de la realidad, podemos adoptar ese enfoque de documentación del conocimiento. ¿Qué conocimientos, y en qué formatos, tenemos que liberar para permitir a cada colectivo reconstruir constantemente su realidad? Dicho así suena raro, pero algo así significa el *empoderamiento*, tener capacidad de tomar el control de nuestras vidas.

Miles de personas ya han tomado la iniciativa, adelantándose a los sistemas convencionales formativos, y han inundado la Red de tutoriales que explican cualquier cosa. Y han encontrado respuesta entusiasta en una audiencia interesada en entender cómo solucionar problemas prácti-

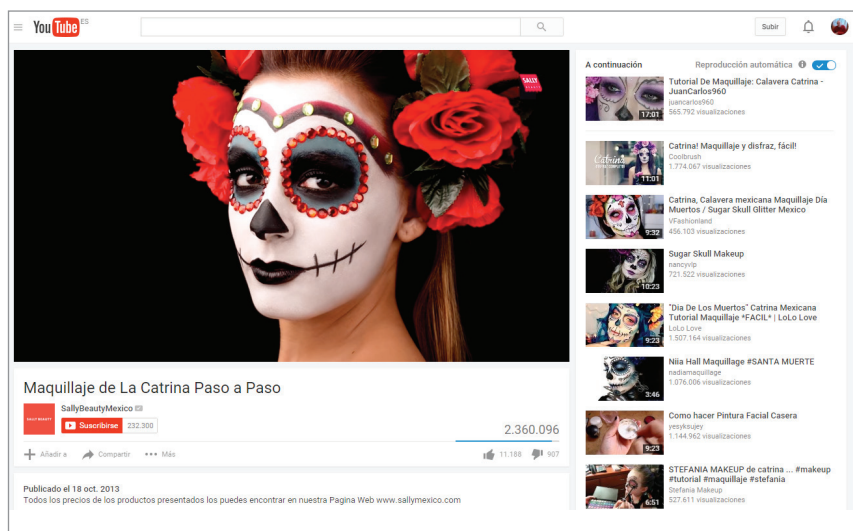


Figura 2. Videotutorial de maquillaje: Calavera Catrina. Autor: juancarlos960, 2014.

<https://www.youtube.com/watch?v=w2zb-UKOuk0>

cos, evaluar la información recibida y llevarla a la práctica, y, con suerte, aportar su propio videotutorial con lo aprendido en el proceso. La pulsión por el DIY (*do it yourself*, hazlo tú mismo), por contar cómo funciona y cómo lo he resuelto, es un síntoma, esperanzador, de civilización. Queremos compartir lo que sabemos, ¡El conocimiento es contagioso!, vamos, ¡dime cómo lo has hecho!

Register for free at <https://www.scipedia.com> to download the version without the watermark

“La ciencia, abierta por naturaleza, entronca con la ciencia ciudadana a través de la expansión masiva del acceso a las redes de comunicación para publicar y acceder a información”

A estas alturas me pregunto a dónde quiero ir a parar, así que voy a hacer una pausa y adelantar las conclusiones, para luego recrearme en los detalles. Las organizaciones que promueven el acceso al conocimiento como un recurso con valor social han de cuidar con excepcional atención todos los aspectos sobre el código fuente de los objetos o artefactos digitales que manejan, difunden o preservan. Es una responsabilidad colectiva para evitar políticas de información anémicas y poco fértiles. Digitalizar y publicar información multiplica el acceso y el consumo, pero el verdadero poder transformador de la información digital está en su reutilización, y eso requiere invertir recursos en abrir, en sentido amplio, su código fuente técnico y legalmente. Requiere ser radical como lo es el movimiento por el conocimiento libre y abierto, buscando en cada acción ofrecer

no sólo contenidos digitales, sino la garantía de que éstos son libres para ser usado en toda su potencialidad, sin restricciones de licencia de uso y sin limitaciones tecnológicas.

Pongamos como ejemplo el proyecto *Goteo* de *crowdfunding*. A simple vista pensamos que se trata simplemente de recolectar microfinanciaciones para proyectos, pero olvidamos la base que tiene en común con el conocimiento abierto y el código: los proyectos financiables han de generar conocimiento compartido,

han de documentarse. Ha de devolverse a la sociedad el conocimiento producido en un formato reutilizable.

<https://goteo.org>

En las acciones micropolíticas, en la dimensión digital de los movimientos sociales, ha de estar presente la generación de conocimiento reutilizable y codificado (De-la-Cueva, 2015, pp. 76-96). Y yo iría más allá, los proyectos de organizaciones de servicio público han de adoptar de forma radical este enfoque: no sólo producir servicios, sino hacerlo de forma transparente en sus procesos, resultados y medios, permitiendo devolver a la sociedad los elementos digitales que pueden tener otros usos: ofreciendo conjuntos de datos, poniendo para descarga la mejora de librerías o módulos informáticos para procesar información, haciendo públicas sus estrategias y lecciones aprendidas. A



Figura 3. Proyecto *Goteo* de *crowdfunding*

<http://goteo.org>

menudo se piensa en transparencia como rendición de cuentas –vigilancia, supervisión– pero se olvida el valor –también entendido como osadía– de compartir el conocimiento y las aplicaciones que se están usando en los proyectos públicos.

Dichas todas estas cosas, quizá ahora se entienda mejor en las cosas que me quiero detener a continuación que, si bien son de naturaleza dispar, están recorridas todas ellas por una necesidad de entender la información digital como materia maleable, como materia prima con la que podemos crear y construir, no sólo en el plano documental, sino también como herramienta de acción.

Aprender a programar

Me gustaría plantear la importancia del conocimiento de los lenguajes de programación, que son la nueva notación científica para representar y transformar la realidad. Cada vez son más las voces que claman por la importancia de enseñar a programar y comprender la lógica informática a diferentes niveles, como instrumento de autonomía y crecimiento personal en una sociedad hipertecnificada (Velasco, 2014). Quizá el titular más claro es el de “Aprender a programar como se aprende a leer” (Silió, 2013), o como reflexiona Eben Upton,

“Aprender a programar es como aprender un segundo idioma, o más, como aprender tu propia lengua”. https://en.wikipedia.org/wiki/Eben_Upton

Fruto de este pensamiento es el proyecto *Raspberry Pi*, para devolver al ordenador su vocación de pieza de bricolaje e invención (Marcos, 2015). Y sin embargo aún es marginal el impacto en nuestros sistemas educativos formales de iniciativas en este sentido. Ahí existe una oportunidad para los cada vez más relevantes programas de educación informal, y para iniciativas de alfabetización digital: citemos, por ejemplo los *Code club*: <http://codeclubcat.org>



Figura 4. *CodeClub a les biblioteques*

<http://codeclubcat.org/biblioteques>

En otros trabajos hemos apuntado la importancia que están asumiendo los programadores –y diseñadores– en las nuevas formas de activismo ciudadano, en donde las tecnologías sociales están multiplicando la capacidad de participar e influir en la toma de decisiones colectivas y nuevas formas de interacción y acceso a recursos (Saorín; Gómez-Hernández, 2014). Aprender a programar es fuente de pasión, de emprendimiento o de innovación social, como podemos ver en esos intensos encuentros de hackers –por ejemplo, *HackforGoog*– que ya forman parte de nuestro paisaje como las ceremonias de graduación o las carreras populares.

<http://hackforgood.net>

“Las organizaciones públicas no sólo han de producir servicios, sino hacerlo de forma transparente en sus procesos, resultados y medios, devolviendo a la sociedad los recursos digitales que pueden tener otros usos”

Nuestra sociedad no sólo se sustenta en contenidos digitales, sino que de forma recursiva se diseñan aplicaciones y sistemas que modelan los procesos sociales resultado de un proceso de “diseño tecnocultural” (Sangüesa, 2012) que ningún actor controla en su totalidad y cuyo entramado es en parte autónomo, inducido por la lógica implícita en las propias tecnologías.

Ahora que los algoritmos digitales están en casi todos los procesos de coordinación e interacción, “replicando nuestros fines, sin replicar nuestros medios” (Carr, 2014) para llevar a cabo tareas exigentes intelectuales y físicas, desde elegir una ruta hasta comparar precio o elegir pareja, conocer el lenguaje de las subrutinas o los bucles condicionales es otro componente más de la autonomía personal, en el mejor de los casos o en el peor, para la resistencia a la manipulación de corporaciones. Pocas elucubraciones de la ciencia ficción nos dejan con buen cuerpo.

Por eso es tan relevante la conceptualización de Lafuente de lo digital como uno de los cuatro entornos para entender el procomún: el código y las estructuras de la Red (Lafuente, 2007). No se trata sólo de defender una red neutral, abierta y con estándares –un espacio de dominio público– sino de preservar la capacidad de actuar en ella mediante programas y bots o de comprender y analizar los algoritmos de gigantes como Facebook o Twitter que dan forma a la realidad, y pueden volverse invisibles y por lo tanto incontrolables. Esta faceta de la alfabetización en progra-

mación informática como componente de la alfabetización informacional no está muy alejada de la necesidad de una mayor “cultura cuantitativa”, que implica poder entender modelos matemáticos para poder participar en la discusión pública en temas tan conflictivos como la biología, la economía, la sociología, el cambio climático, la medicina o el marketing (Garicano, 2012).

Objetos 3D, la *next big thing* en patrimonio digital

Una parte de esa energía por encauzar entre informáticos e ingenieros está tomando forma en proyectos de fabricación distribuida, en los *fablabs* que tantas ensoñaciones despiertan. La digitalización del diseño y el prototipado, incluso de la producción a pequeña escala, el trabajo colaborativo, el aprendizaje en espacios de socialización tecnificados, en clubes de innovación flexibles y contraculturales. ¿Es el movimiento *maker* una nueva revolución industrial? (Anderson, 2013). La revolución de las herramientas de diseño digital se ha unido a la cultura web de compartir y remezclar. Los clásicos programas de *autodesk* de dibujo técnico incorporan tantas capas de información que hacen que los diseños no sean meros planos hechos a ordenador, sino un conjunto de información parametrizable sobre materiales, propiedades, cálculo de consumo energético y prototipado completo de instalaciones. Y los *makers* han tomado estas tecnologías hasta hace poco circunscritas a proyectos profesionales y las han puesto al servicio de la innovación, a través de tres características transformadoras (Anderson, 2013, p. 39):

- gente que usa en casa herramientas digitales para diseñar nuevos productos y hacer de ellos prototipos (DIY digital);
- norma cultural para compartir esos diseños y colaborar con otros en comunidades online;
- utilizar estándares de diseño de archivo comunes para permitir que quien lo desee pueda enviar sus diseños a servicios comerciales de fabricación para que los produzcan en el número que sea, con la misma facilidad que tienen ellos para fabricarlos en sus ordenadores de sobremesa. Esto acorta radicalmente el camino que va desde la idea al espíritu empresarial, igual que hizo la Web con el software, la información y los contenidos.

Los *makers* “hacen en público”, hacen surgir nuevos centros de socialización tecnificada, los *fablabs*, donde lo más importante no es la fabricación, sino el diseño: el código, en otra de sus caras. En nuestro entorno podemos citar por ejemplo:

- *Colectivo Hacedores*.
<http://hacedores.com>

Register for free at <https://www.scipedia.com> to download the version without the watermark

- *CitiLab* de Cornellà de Llobregat, Barcelona.
<http://citilab.eu/es>

Estamos asistiendo a la eclosión de una nueva dimensión que está alcanzado madurez, la de los objetos en 3D. El actual estado de la tecnología permite digitalizar los objetos tridimensionales a bajo coste, lo cual permite una mayor versatilidad en el impacto de la digitalización en la realidad material. Ahora podemos publicar el código fuente de un tornillo –representando no sólo su forma, sino sus propiedades- que podrá ser usado en combinación con un fichero descargable con el despiece de un flexo y usado para construir un nuevo artificio. ¿Nos hemos parado a pensar que hasta el color *Daiquiri Green* está codificado en *Pantone 12-0435* y puede ser producido por una máquina?

En la Web encontramos ya muy maduros los contenedores de documentos y multimedia, que hacen tanto de repositorio público como de medio de emisión masivo. Encontramos repositorios de investigación, bancos de imágenes, bancos de iconos, bibliotecas virtuales... Y ahora asistimos a la madurez de repositorios para objetos en 3D. Es necesario que cualquier objeto fabricable esté documentado y en código abierto, para que pueda ser descargado y utilizado en cualquier lugar del planeta: por ejemplo, *Thingiverse*, con su lema "*Maker, share, discover*".

<https://www.thingiverse.com>

"Hay que digitalizar cada objeto que ha fabricado el hombre con estándares abiertos y estimulando la creatividad y un acceso equitativo"

Hay que digitalizar cada objeto que ha fabricado el hombre, y hay que hacerlo con estándares abiertos y estimulando la creatividad y un acceso equitativo. Se nos queda corto sólo el manual de instrucciones de *Ikea*, queremos un fichero que nos permita modificar el diseño y mandarlo a imprimir.

La web semántica también puede ser entendida desde la óptica del código fuente. Si formalizamos el significado común de la información

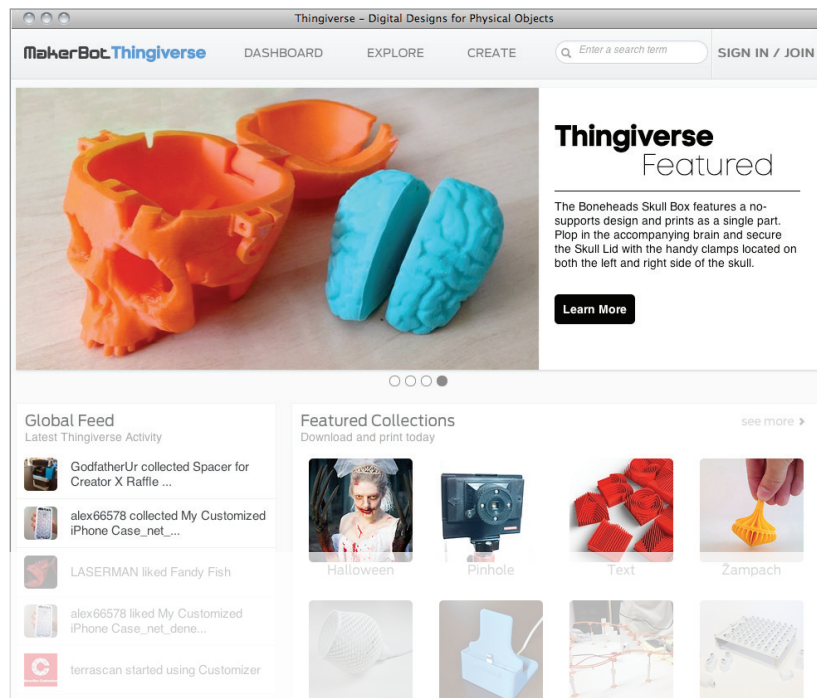


Figura 5. Repositorio *Thingiverse*
<https://www.thingiverse.com>

disponible en la Web, si creamos una red procesable para inferencias y enriquecimiento de datos, estamos añadiendo una capa de código a los contenidos convencionales que realmente los enriquecen y los abren, puesto que los hacen susceptibles de nuevos usos no previstos.

Register for free at <https://www.scipedia.com> to download the version without the watermark

En otra escala, el hardware abierto (figura 6: *Arduino*, *Raspberry Pi*) está haciendo de pegamento entre la red digital y el medio físico, permitiendo aplicar la potencia de la informática a la relación con los objetos físicos. La confluencia de la creatividad con la programación está creando nuevos sectores económicos fruto de la pasión del amateur por descubrir y compartir, con los bajos costes de experimentación, probar variaciones, ensamblar y desensamblar. La remezcla, al disponer del código y licencia, es una invitación a participar, de forma que el conocimiento permanezca en la comunidad. Cuando se puede programar no sólo en un medio simbólico –la pantalla- sino que se abre la posibilidad de jugar con más piezas, la disponibilidad de componentes programables, abiertos y conectables es la más potente máquina educativa para descubrir lo que uno quiere hacer. Seguramente los ingenieros que están liberando estos microprocesadores de código abierto –el hardware entendido como software- y las comunidades que mantienen los lenguajes de programación, están permitiendo una revolución educativa que ninguna institución sería capaz de alimentar por sí sola, manteniendo encendida la llama de la

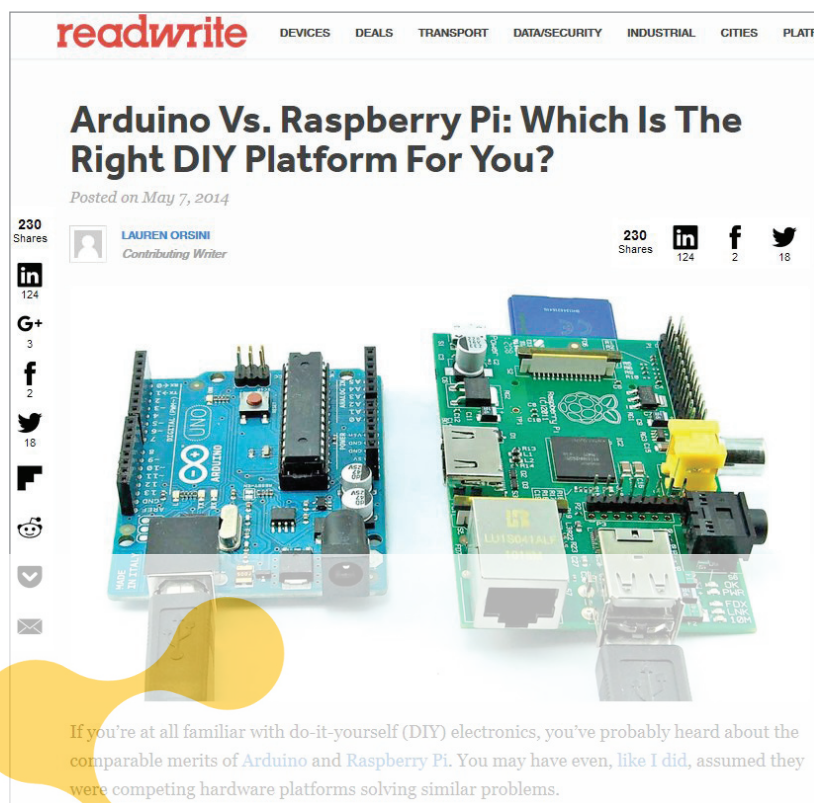


Figura 6.
<http://readwrite.com/2014/05/07/arduino-vs-raspberry-pi-projects-diy-platform>

pasión por las carreras tecnológicas, ahora que las consolas y los móviles están dominados por la ética del consumo prefabricado.

Siempre me he interesado por los laboratorios del procomún, los *hackathons*, la ética *hacker*, pero me quedo con un querido retruécano a partir de una frase de Splenger:

“Al final hace falta un pelotón de programadores y diseñadores para salvar la gestión de información”.

Nos queda mucho por aprender de la digitalización de objetos. Hay que entrar en el campo de los ingenieros y de la animación por ordenador, hablar de mallas, ejes y visualizadores en 3D. Y esto, aventuro, va a tener impacto en la forma de plantear algunos proyectos de digitalización de patrimonio: queremos un modelo tridimensional de la catedral de Burgos, queremos los planos de la mezquita de Córdoba –sea de quién sea la propiedad– queremos un parque natural en un fichero para cargarlo en nuestro sistema de información geográfica, queremos que la digitalización tenga más capas, más profundidad, queremos el código fuente de cada maldita cosa.

Referencias

Anderson, Chris (2013). *Makers, la nueva revolución industrial*. Ediciones Urano. ISBN: 978 8496627703

Carr, Nicholas (2014). *Atrapados. Cómo las máquinas se apoderan de nuestras vidas*. Taurus. ISBN: 978 8430616893

Dartnell, Lewis (2015). *Abrir en caso de apocalipsis*. Debate. ISBN: 978 8499924724

De-la-Cueva, Javier (2015). *Manual del ciberactivista: teoría y práctica de las acciones micropolíticas*. Córdoba: BandaAparte. ISBN: 978 8494408601

Garicano, Luis (2012). “Son las matemáticas, estúpido”. *El país*, 13 octubre.
http://elpais.com/elpais/2012/11/12/opinion/1352747017_116039.html

Saorín, Tomás; Gómez-Hernández, José-Antonio (2014). “Alfabetizar en tecnologías sociales para la vida diaria y el empoderamiento”. *Anuario ThinkEPI*, v. 8, pp. 342-348.
<http://eprints.rclis.org/23752>

Himanen, Pekka (2014). *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*.
<http://eprints.rclis.org/12851>

Lafuente, Antonio (2007). “Los cuatro entornos del procomún”. *Archipiélago. Cuadernos de crítica de la cultura*, v. 77-78, pp. 15-22.
<http://digital.csic.es/handle/10261/2746>

Lafuente, Antonio; Alonso, Andoni; Rodríguez, Joaquín (2013). ¡Todos sabios! Ciencia ciudadana
 8437630717

Marcos, Zuberola (2015). “El diminuto ordenador de menos de 30 euros capaz de conectarlo todo: así es Raspberry Pi”. *El país One*, 3 de febrero.
<http://one.elpais.com/diminuto-ordenador-menos-30-euros-capaz-conectarlo-asi-raspberry-pi>

Nowak, Martin A.; Highfield, Roger (2012). *Supercooperadores*. Ediciones B. ISBN: 978 8466650526

Sangüesa, Ramón (2013). “La tecnocultura y su democratización: ruido, límites y oportunidades de los labs”. *Revista CTS*, n. 23, v. 8, pp. 259-282.
<http://goo.gl/bnletA>

Silió, Elisa (2013). “Aprender a programar como se aprende a leer”. *El país*, 7 de marzo.
http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/03/07/actualidad/1362689630_904553.html

Velasco, Juan-Jesús (2014). “Niños programadores: para qué sirve la enseñanza de programación en las escuelas”. *El diario (Diario de Turing)*, 19 de agosto.
http://www.eldiario.es/turing/Ninos-programadores-ensenanza-programacion-escuelas_0_293970921.html

Tomás Saorín-Pérez
 Universidad de Murcia
 tsp@um.es